

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 2月 5日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-028493

[ST.10/C]:

[JP 2003-028493]

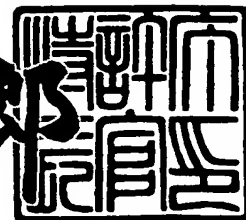
出 願 人
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 6月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3049997

【書類名】 特許願

【整理番号】 PNTYA137

【提出日】 平成15年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 折橋 信行

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 近藤 政彰

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 110000017

 【氏名又は名称】 特許業務法人アイテック国際特許事務所

 【代表者】 伊神 広行

 【電話番号】 052-218-3226

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 008268

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0104390

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池の運転状態判定装置及びその方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧を測定する電圧測定手段と、

前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧より落ち込むときには運転状態が燃料ガス不足状態又はドライアップ状態である第 1 の運転状態と判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回るときには運転状態が酸化ガス不足状態又はフラッディング状態である第 2 の運転状態と判定する運転状態判定手段と

を備えた燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 2】 前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入ると判定されてから所定の判定所要時間が経過するまでの期間に前記電圧測定手段によって複数回測定された電圧に基づいて、運転状態が前記第 1 の運転状態か前記第 2 の運転状態のいずれであるかを判定する

請求項 1 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 3】 前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがシャープなときには、運転状態がフラッディング状態であると判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがブロードなときには、運転状態が酸化ガス不足状態であると判定する

請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 4】 請求項 1～3 のいずれかに記載の燃料電池の運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体のインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段を備え、

前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲でないときには、運転状態がドライアップ状態であると判定し、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲であり且つ前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り前記所定電圧より落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態であると判定する燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 5】 前記所定電圧は 0 [V] 以下の値に設定されている請求項 1～4 のいずれかに記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 6】 燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定方法であって、

(a) 少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入るか否かを判定するステップと、

(b) 前記電圧が予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧より落ち込むか否かを判定するステップと、

(c) 前記電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧より落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態又はドライアップ状態である第 1 の運転状態と判定し、前記電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回るときには、運転状態が酸化ガス不足状態又はフラッディング状態である第 2 の運転状態と判定するステップと

を含む燃料電池の運転状態判定方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の運転状態判定方法であって、

(d) 少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体のイ

インピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲か否かを判定するステップ

を含み、

前記ステップ（c）では、前記インピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲でないときには、運転状態がドライアップ状態であると判定し、前記インピーダンスが前記適正インピーダンス範囲であり且つ前記少なくとも一つの単電池の電圧が前記不適正電圧範囲に入り前記所定電圧より落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態であると判定する

燃料電池の運転状態判定方法。

【請求項 8】 燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体のインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段と、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧を測定する電圧測定手段と、

前記インピーダンス測定手段及び前記電圧測定手段によって測定されたインピーダンス及び電圧に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定する運転状態判定手段と

を備えた燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 9】 前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入ると判定されてから所定の判定所要時間が経過するまでの期間に前記インピーダンス測定手段及び前記電圧測定手段によって複数回測定されたインピーダンス及び電圧に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定する

請求項 8 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 10】 前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段に

よって測定されたインピーダンスが予め定められた適正インピーダンスでないときには、ドライアップ状態であると判定する

請求項 8 又は 9 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 1】 前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが前記適正インピーダンスのときには、前記電圧測定手段によって測定された電圧に基づいて運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態及びフラッディング状態のいずれであるかを判定する

請求項 1 0 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 2】 前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが前記適正インピーダンスであり前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧よりも落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態であると判定する

請求項 1 0 又は 1 1 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 3】 前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがシャープなときには、運転状態がフラッディング状態であると判定する

請求項 8 ～ 1 2 のいずれかに記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 4】 前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがブロードなときには、運転状態が酸化ガス不足状態であると判定する

請求項 8 ～ 1 3 のいずれかに記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 5】 前記所定電圧は 0 [V] 以下の値に設定されている

請求項 1 2 ～ 1 4 のいずれかに記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 6】 燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカ

ソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定方法であって、

少なくとも一つの単電池又は単電池を積層した単電池積層体のインピーダンス及び少なくとも一つの単電池又は単電池を積層した単電池積層体の電圧に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定するステップ

を含む燃料電池の運転状態判定方法。

【請求項 1 7】 燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧を測定する電圧測定手段と、

前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた第 1 の所定電圧以下であり且つ第 2 の所定電圧以上の場合には運転状態が酸化ガス不足状態の可能性があると判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が第 2 の所定電圧以下の場合には運転状態が燃料ガス不足状態の可能性があると判定する運転状態判定手段と

を備えた燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 8】 少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体のインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段

を備え、

前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定された適正インピーダンス範囲でないときには運転状態がドライアップ状態であると判定する

請求項 1 7 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 1 9】 前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧のピークが時間に対してシャープなときには運転状態がフラッディング状態であると判定する

請求項 1 7 又は 1 8 に記載の燃料電池の運転状態判定装置。

【請求項 2 0】 燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定方法であって、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧が予め定められた第 1 の所定電圧以下であり且つ第 2 の所定電圧以上の場合には運転状態が酸化ガス不足状態の可能性があると判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が第 2 の所定電圧以下の場合には運転状態が燃料ガス不足状態の可能性があると判定するステップ

を含む燃料電池の運転状態判定方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置及びその方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、燃料電池の運転状態を判定する装置としては、特許文献 1 に開示されているものが知られている。特許文献 1 の装置では、燃料電池を構成する複数の単電池の少なくとも一つの単電池の出力電圧が所定値よりも低下したときに燃料ガスが異常に減少したと判定し、燃料電池の運転を停止することにより燃料電池の保護を図っている。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開平 6 - 3 1 0 1 6 1 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、単電池の出力電圧が所定値（適正な運転状態における出力電圧）よりも低下する現象は、燃料ガスが異常に減少したときつまり燃料ガス不足状態のときに限らず、酸化ガス不足状態や、単電池を構成する固体電解質膜が過剰

に乾燥した状態（ドライアップ状態）や、単電池を構成する燃料ガス流路や酸化ガス流路に水滴が溜まる状態（フラッディング状態）のときにも見られることから、単電池の出力電圧が所定値より低下したことのみによっては燃料電池の運転状態を詳しく知ることはできなかった。

【 0 0 0 5 】

本発明は課題に鑑みなされたものであり、燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる運転状態判定装置及びその方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

本発明の燃料電池の運転状態判定装置及びその方法は、上述の目的を達成するために以下の手段を採った。

【 0 0 0 7 】

本発明の第 1 は、燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧を測定する電圧測定手段と、

前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧より落ち込むときには運転状態が燃料ガス不足状態又はドライアップ状態である第 1 の運転状態と判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回るときには運転状態が酸化ガス不足状態又はフラッディング状態である第 2 の運転状態と判定する運転状態判定手段と

を備えたものである。

【 0 0 0 8 】

この運転状態判定装置では、単電池又は単電池積層体の電圧を測定し、その測定電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ所定電圧より落ち込むときには運転状態が第 1 の運転状態（燃料ガス不足状態かドライアップ状態）と判定し

、測定電圧が不適正電圧範囲に入り且つ所定電圧を上回るときには運転状態が第2の運転状態（酸化ガス不足状態かフラッディング状態）であると判定する。このため、従来に比べて燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。ここで、測定電圧が不適正電圧範囲に入るか否かの判断と測定電圧が所定電圧より落ち込んでいるか否かの判断は、どちらを先に行ってもよい。また、測定電圧が所定電圧より落ち込んでいた場合には当然不適正電圧範囲に入るため、測定電圧が所定電圧より落ち込んでいた場合にはその後不適正電圧範囲に入るか否かの判断を省略してもよい。更に、「不適正電圧範囲」は、例えば燃料電池が適正な運転状態のときに取り得る電圧範囲よりも低く設定されていてもよいし、燃料電池が適正な運転状態のときに取り得るばらつきの範囲よりも大きくばらつく範囲に設定されていてもよい。あるいは、「所定電圧」は、例えば酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない値で且つ燃料ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得る値を経験的に求め、その経験値に基づいて定められていてもよく、具体的には0 [V] 以下の値に設定されていることが好ましく、特に-0.2 ~ 0 [V] の範囲に設定されていることが好ましい。

【0009】

この運転状態判定装置において、前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入ると判定されてから所定の判定所要時間が経過するまでの期間に前記電圧測定手段によって複数回測定された電圧に基づいて、運転状態が前記第1の運転状態か前記第2の運転状態のいずれであるかを判定してもよい。こうすれば、時間に伴う電圧の変化を考慮して適切に運転状態を判定することができる。

【0010】

この運転状態判定装置において、前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがシャープなときには、運転状態がフラッディング状態であると判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがブロードなときには、運転状態が酸化ガス不足状態であると判定してもよい。今

回得られた知見では、燃料電池の運転状態がフラッディング状態の場合には測定電圧が不適正電圧範囲に入ったあと短時間のうちに電圧が上昇する傾向が見られたのに対して、酸化ガス不足状態の場合には測定電圧が不適正電圧範囲に入ったあと略一定の値を保ったままになったり暫くしてから電圧が上昇したりする傾向が見られた。このため、時間に対する電圧のピークがシャープかブロードかを判断することで、適切にフラッディング状態か酸化ガス不足状態かを区別できる。

【 0 0 1 1 】

この運転状態判定装置は、少なくとも一つの単電池又は単電池を積層した単電池積層体のインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段を備え、前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲でないときには、運転状態がドライアップ状態であると判定し、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲であり且つ前記電圧測定手段によって測定された電圧が前記不適正電圧範囲に入り前記所定電圧より落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態であると判定してもよい。こうすれば、測定電圧だけで区別するのが難しいドライアップ状態と燃料ガス不足状態とを適切に区別することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の第2は、燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定方法であって、

(a) 少なくとも一つの単電池又は単電池積層体の電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入るか否かを判定するステップと、

(b) 前記電圧が予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧より落ち込むか否かを判定するステップと、

(c) 前記電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧より落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態又はドライアップ状態である第1の運転状態と判定し、前記電圧が前記不適正電圧範囲に入り且つ前記所定電圧を上回るときには、運転状態が酸化ガス不足状態又はフラッディング状態である第2の運転状

態と判定するステップと

を含むものである。

【 0 0 1 3 】

この運転状態判定方法において、更に、少なくとも一つの単電池又は単電池積層体のインピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲か否かを判定するというステップ（d）を含み、前記ステップ（c）では、前記インピーダンスが予め定められた適正インピーダンス範囲でないときには、運転状態がドライアップ状態であると判定し、前記インピーダンスが前記適正インピーダンス範囲であり且つ前記少なくとも一つの単電池又は単電池積層体の電圧が前記不適正電圧範囲に入り前記所定電圧より落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態であると判定してもよい。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 3 は、燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの単電池又は単電池積層体のインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段と、

少なくとも一つの単電池又は単電池積層体の電圧を測定する電圧測定手段と、

前記インピーダンス測定手段及び前記電圧測定手段によって測定されたインピーダンス及び電圧に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定する運転状態判定手段と

を備えたものである。

【 0 0 1 5 】

この運転状態判定装置では、単電池又は単電池積層体のインピーダンスを測定すると共に単電池又は単電池積層体の電圧を測定し、その測定インピーダンス及び測定電圧に基づいて運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定する。このため、測定インピーダンスだけに基づいて運転状態を判定する場合や測定電圧だけに基づ

いて運転状態を判定する場合に比べて、燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。なお、測定インピーダンスに基づく判定と測定電圧に基づく判定のどちらを先に行うかは特に限定されない。

【 0 0 1 6 】

この運転状態判定装置において、前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入ると判定されてから所定の判定所要時間が経過するまでの期間に前記インピーダンス測定手段及び前記電圧測定手段によって複数回測定されたインピーダンス及び電圧に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定してもよい。こうすれば、時間に伴う電圧の変化を考慮して適切に運転状態を判定することができる。

【 0 0 1 7 】

この運転状態判定装置において、前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが予め定められた適正インピーダンスでないときには、ドライアップ状態であると判定してもよい。こうすれば、測定電圧だけで区別するのが難しいドライアップ状態と燃料ガス不足状態とを適切に区別することができる。この態様を採用した場合において、前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが前記適正インピーダンスのときには、前記電圧測定手段によって測定された電圧に基づいて運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態及びフラッディング状態のいずれであるかを判定してもよい。測定インピーダンスが適正インピーダンスだったときつまりドライアップ状態でなかったときには、燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態及びフラッディング状態のいずれかであるが、これらは測定電圧だけに基づいて適切に判定することができる。また、前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定されたインピーダンスが前記適正インピーダンスであり前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧よりも落ち込むときには、運転状態が燃料ガス不足状態であると判定してもよい。測定インピーダンスが適正インピーダンスだったときつまりドライアップ状態でな

かったときには、測定電圧が所定電圧よりも落ち込むか否かによって燃料ガス不足状態かそれ以外の状態かを判定することができる。

【 0 0 1 8 】

この運転状態判定装置において、前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがシャープなときには、運転状態がフラッディング状態であると判定してもよい。また、前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた不適正電圧範囲に入り且つ予め酸化ガス不足状態及びフラッディング状態では取り得ない低い値に定められた所定電圧を上回りしかも時間に対する電圧のピークがブロードなときには、運転状態が酸化ガス不足状態であると判定してもよい。今回得られた知見では、燃料電池の運転状態がフラッディング状態の場合には測定電圧が不適正電圧範囲に入ったあと短時間のうちに電圧が上昇する傾向が見られたのに対して、酸化ガス不足状態の場合には測定電圧が不適正電圧範囲に入ったあと略一定の値を保ったままになったり暫くした後電圧が上昇したりする傾向が見られた。このため、時間に対する電圧のピークがシャープかブロードかを判断することで、適切にフラッディング状態か酸化ガス不足状態かを区別できる。

【 0 0 1 9 】

本発明の第 4 は、燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定方法であって、少なくとも一つの単電池又は単電池積層体のインピーダンス及び少なくとも一つの単電池又は単電池積層体の電圧に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定するステップを含むものである。こうすれば、測定インピーダンスだけに基づいて運転状態を判定する場合や測定電圧だけに基づいて運転状態を判定する場合に比べて、燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。なお、測定インピーダンスに基づく判定と測定電圧に基づく判定のどちらを先に行うかは特に限定されない。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 5 は、燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定装置であって、

少なくとも一つの単電池又は単電池積層体の電圧を測定する電圧測定手段と、

前記電圧測定手段によって測定された電圧が予め定められた第 1 の所定電圧以下であり且つ第 2 の所定電圧以上の場合には運転状態が酸化ガス不足状態の可能性があると判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が第 2 の所定電圧以下の場合には運転状態が燃料ガス不足状態の可能性があると判定する運転状態判定手段と

を備えたものである。

【 0 0 2 1 】

この運転状態判定装置では、単電池又は単電池積層体の電圧を測定し、その測定電圧が第 1 の所定電圧以下であり且つ第 2 の所定電圧以上の場合（但し第 1 の所定電圧 > 第 2 の所定電圧）には、運転状態が酸化ガス不足状態の可能性があると判定し、測定電圧が第 2 の所定電圧以下の場合には、運転状態が燃料ガス不足状態の可能性があると判定する。このため、従来に比べて燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。ここで、「第 1 の所定電圧」は、例えば燃料電池が適正な運転状態のときに取り得る電圧範囲よりも低く設定されていてもよく、「第 2 の所定電圧」は、例えば経験に基づいて酸化ガス不足状態のときよりも低い値であって燃料ガス不足状態のときよりも高い値に設定されていてもよい。

【 0 0 2 2 】

この運転状態判定装置は、更に、少なくとも一つの単電池又は単電池積層体のインピーダンスを測定するインピーダンス測定手段を備え、前記運転状態判定手段は、前記インピーダンス測定手段によって測定された適正インピーダンス範囲でないときには運転状態がドライアップ状態であると判定してもよい。こうすれば、測定電圧だけで区別するのが難しいドライアップ状態と燃料ガス不足状態とを適切に区別することができる。

【 0 0 2 3 】

この運転状態判定装置において、前記運転状態判定手段は、前記電圧測定手段によって測定された電圧のピークが時間に対してシャープなときには運転状態がフラッディング状態であると判定してもよい。こうすれば、時間に対する電圧のピークがシャープか否かを判断することで、適切にフラッディング状態か否かを判定できる。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 6 は、燃料ガスが供給されるアノードと酸化ガスが供給されるカソードとで湿潤状態の固体電解質膜を挟み込んだ構成を有する単電池が複数積層された燃料電池の運転状態を判定する運転状態判定方法であって、少なくとも一つの前記単電池又は前記単電池を積層した単電池積層体の電圧が予め定められた第 1 の所定電圧以下であり且つ第 2 の所定電圧以上の場合には運転状態が酸化ガス不足状態の可能性があると判定し、前記電圧測定手段によって測定された電圧が第 2 の所定電圧以下の場合には運転状態が燃料ガス不足状態の可能性があると判定するステップを含むものである。こうすれば、従来に比べて燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。

【 0 0 2 5 】

なお、本発明の第 2 ～第 6 における用語の意義は、本発明の第 1 と同様である。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を図面に基づいて以下に説明する。図 1 は、本発明の運転状態判定装置として機能する燃料電池システムの構成の概略を示す構成図である。図示するように、燃料電池システム 2 0 は、水素を含有する燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置 2 2 と、この燃料ガス供給装置 2 2 から供給される燃料ガスを加湿する燃料ガス加湿器 2 3 と、酸素を含有する酸化ガス（例えば、空気）を供給する酸化ガス供給装置 2 4 と、この酸化ガス供給装置 2 4 から供給される酸化ガスを加湿する酸化ガス加湿器 2 5 と、燃料ガスと酸化ガスとの供給を受けて発電する固体高分子型の燃料電池 3 0 と、燃料電池 3 0 を冷却する冷却装置 5 0 と、燃料電池システム 2 0 の運転をコントロールする電子制御ユニット 6

0 とを備える。

【 0 0 2 7 】

燃料ガス供給装置 2 2 は、水素を含有する燃料ガスを供給する装置であり、例えば、メタノールやメタンなどの炭化水素系の燃料を改質して水素リッチな燃料ガスを供給する改質器としてもよく、水素を含有する燃料ガスを貯蔵する燃料ガス貯蔵タンクとしてもよい。酸化ガス供給装置 2 4 は、酸素を含有する酸化ガスを供給する装置であり、単に空気を供給するエアポンプとしてもよく、空気以外の酸化ガスを貯蔵する酸化ガス貯蔵タンクとしてもよい。なお、燃料ガス供給装置 2 2 および酸化ガス供給装置 2 4 は、信号ラインで電子制御ユニット 6 0 に接続されており、電子制御ユニット 6 0 によって燃料ガスの供給量や酸化ガスの供給量が制御されるようになっている。

【 0 0 2 8 】

燃料ガス加湿器 2 3 および酸化ガス加湿器 2 5 は、水タンク 2 6 から汲み上げた水を気化させて燃料ガスや酸化ガスに供給する加湿器である。この燃料ガス加湿器 2 3 および酸化ガス加湿器 2 5 は、信号ラインで電子制御ユニット 6 0 に接続されており、電子制御ユニット 6 0 によって燃料ガスの加湿量や酸化ガスの加湿量が制御されるようになっている。

【 0 0 2 9 】

燃料電池 3 0 は、単電池 3 1 を複数（例えば数百個）積層して構成される固体高分子型の燃料電池である。図 2 に燃料電池 3 0 を構成する単電池 3 1 の概略構成を示す。図示するように、単電池 3 1 は、フッ素系樹脂などの高分子材料により形成されたプロトン伝導性の膜体である固体電解質膜 3 2 と、白金または白金と他の金属からなる合金の触媒が練り込められたカーボンクロスにより形成され触媒が練り込められた面で固体電解質膜 3 2 を挟持してサンドイッチ構造を構成するガス拡散電極としてのアノード 3 3 およびカソード 3 4 と、このサンドイッチ構造を両側から挟みつつアノード 3 3 およびカソード 3 4 とで燃料ガスや酸化ガスの流路 3 6, 3 7 を形成すると共に隣接する単電池 3 1 との間の隔壁をなす 2 つのセパレータ 3 5 とにより構成されている。

【 0 0 3 0 】

燃料電池 3 0 には、燃料電池 3 0 を構成する各単電池 3 1 から出力される電圧 V を検出する電圧計 4 0、燃料電池 3 0 から出力される電流 I を検出する電流計 4 2、燃料電池全体の温度を検出する燃料電池温度センサ 4 4、燃料ガスおよび酸化ガスのガス圧 P を検出する圧力センサ 4 6、燃料電池全体のインピーダンスを検出するインピーダンス検出器 4 8 などに取り付けられている。これらのセンサは信号ラインにより電子制御ユニット 6 0 に接続されている。ここで、インピーダンス検出器 4 8 としては、燃料電池 3 0 の出力端子に微小の交流電流を印加したときの交流電圧からインピーダンスを求める AC ミリオームセンサなどが知られている。燃料電池 3 0 のインピーダンスは、前述の燃料電池 3 0 の構成からすると、アノード 3 3 やカソード 3 4、セパレータ 3 5 の抵抗と、固体電解質膜 3 2 のプロトン伝導性に基づく抵抗とに大別される。アノード 3 3 やカソード 3 4、セパレータ 3 5 は導電性材料により形成されているから、加湿されているか否かによってはそのインピーダンスをほとんど変化させない。一方、固体電解質膜 3 2 は、湿潤状態のときに良好なプロトン伝導性を示すものの、ドライアップのときにはプロトン伝導性が悪化する。したがって、燃料電池 3 0 のインピーダンスは、固体電解質膜 3 2 がドライアップ状態か否かを反映することになる。

【 0 0 3 1 】

燃料電池 3 0 の燃料ガスおよび酸化ガスの排出管には、それぞれ圧力調節バルブ 2 7、2 8 が取り付けられており、燃料電池 3 0 内の燃料ガスや酸化ガスのガス圧を調節できるようになっている。なお、圧力調節バルブ 2 7、2 8 の各アクチュエータは信号ラインにより電子制御ユニット 6 0 に接続されており、電子制御ユニット 6 0 による駆動制御を受ける。

【 0 0 3 2 】

冷却装置 5 0 は、燃料電池 3 0 内部に形成された冷却水流路とこの冷却水流路に対して冷却水を給排する循環管路とからなる冷却水管路 5 2 と、冷却水管路 5 2 に取り付けられ外気との熱交換により冷却水を冷却する熱交換器 5 6 と、冷却水を循環管路に循環させる冷却水用ポンプ 5 4 と、冷却水管路 5 2 の燃料電池 3 0 の出口付近における冷却水の温度を検出する冷却水温度センサ 5 8 とを備える。冷却水用ポンプ 5 4 と冷却水温度センサ 5 8 は信号ラインにより電子制御ユニ

ット 6 0 に接続されており、燃料電池 3 0 の冷却の制御が電子制御ユニット 6 0 によって行なわれるようになっている。即ち、冷却水温度センサ 5 8 により検出される冷却水の温度に基づいて冷却水用ポンプ 5 4 が駆動され、冷却水の循環流量の制御がなされるのである。

【 0 0 3 3 】

電子制御ユニット 6 0 は、CPU 6 2 を中心として構成されたワンチップマイクロプロセッサとして構成されており、処理プログラムを記憶した ROM 6 4 と、一時的にデータを記憶する RAM 6 6 と、入出力ポート（図示せず）とを備える。この電子制御ユニット 6 0 には、図示しない流量計や温度計などからの燃料ガス供給装置 2 2 や酸化ガス供給装置 2 4 から供給される燃料ガスや酸化ガスの供給量や温度、燃料ガス加湿器 2 3 や酸化ガス供給装置 2 4 の運転状態、電圧計 4 0 からの燃料電池 3 0 から出力される電圧 V 、電流計 4 2 からの燃料電池 3 0 から出力される電流 I 、燃料電池温度センサ 4 4 からの燃料電池の温度、圧力センサ 4 6 からの燃料電池 3 0 の燃料ガスや酸化ガスのガス圧 P 、インピーダンス検出器 4 8 からの燃料電池 3 0 のインピーダンス Z 、冷却水温度センサ 5 8 からの冷却水の温度などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット 6 0 からは、燃料ガス供給装置 2 2 や酸化ガス供給装置 2 4 への駆動信号、燃料ガス加湿器 2 3 や酸化ガス加湿器 2 5 への駆動信号、冷却水用ポンプ 5 4 への駆動信号などが出力ポートを介して出力されている。

【 0 0 3 4 】

次に、こうして構成された燃料電池システム 2 0 につき、ドライアップ、フラッシング、燃料ガス不足及び酸化ガス不足の各運転状態を強制的に作り出し、負荷電流一定 (I_0) で定常運転したときに燃料電池 3 0 を構成する各単電池 3 1 の出力電圧 V や燃料電池全体のインピーダンス Z を測定した。図 3 ～図 6 は、各運転状態での時間に対する単電池 3 1 の電圧 V (セル電圧ともいう) のグラフであり、積層された多数の単電池 3 1 の出力電圧 V の時間変化を重ねて表示したものである。なお、測定は 1 s e c ごとに行った。

【 0 0 3 5 】

ドライアップ状態は、通常よりも加湿量を減らすと共に冷却装置 5 0 による冷

却を抑えて燃料電池全体の温度を上げることにより、強制的に実現させた。図 3 は、このときの時間に対する各単電池 3 1 の出力電圧 V の時間変化を示したものである。図 3 から、ドライアップ状態になると、各単電池 3 1 の出力電圧 V は急激に落ち込み、いわゆる逆電位と呼ばれるマイナス領域まで落ち込むものもあった。また、燃料電池全体のインピーダンス Z は、固体電解質膜 3 2 が湿潤状態から乾燥状態になりプロトン伝導性が低下することにより、通常の 3 倍以上の値になった。

【 0 0 3 6 】

フラッディング状態は、通常よりも加湿量を増やすと共に冷却装置 5 0 による冷却を十分行い燃料電池全体の温度を下げることにより、強制的に実現させた。図 4 は、このときの時間に対する各単電池 3 1 の出力電圧 V の時間変化を示したものである。図 4 から、フラッディング状態になると、各単電池 3 1 の出力電圧 V は経時に伴い急激に落ち込むもののマイナス領域まで落ち込むことはなく、その後直ちに上昇するというシャープな形状のピークが幾つか観察された。これは、単電池 3 1 のセパレータ 3 5 の流路 3 6, 3 7 に水が溜まることで出力電圧 V が落ち込んだ後、その水がガスに持ち去られることで出力電圧 V が高くなったものと思われる。なお、フラッディング状態では、燃料電池全体のインピーダンスは、適正な運転状態の場合と差は見られなかった。

【 0 0 3 7 】

燃料ガス不足状態は、水素と酸素との電気化学反応が起こるときの化学量論値に対して水素が不足するように燃料ガスの供給量を設定することにより、強制的に実現させた。図 5 は、このときの時間に対する各単電池 3 1 の出力電圧 V の時間変化を示したものである。図 5 から、燃料ガス不足状態になると、各単電池 3 1 の出力電圧 V は急激に落ち込み、マイナス領域まで落ち込んだ。この出力電圧 V のパターンはドライアップ状態のときと酷似していた。なお、燃料ガス不足状態では、燃料電池全体のインピーダンスは、適正な運転状態の場合と差は見られなかった。

【 0 0 3 8 】

酸化ガス不足状態は、水素と酸素との電気化学反応が起こるときの化学量論値

に対して酸素が不足するように酸化ガスの供給量を設定することにより、強制的に実現させた。図 6 は、このときの時間に対する各単電池 3 1 の出力電圧の時間変化を示したものである。図 6 から、酸化ガス不足状態になると、各単電池 3 1 の出力電圧 V は経時に伴い一旦落ち込むもののマイナス領域まで落ち込むことはなく、落ち込んだときの値で暫く安定しその後増加に転じた。なお、酸化ガス不足状態では、燃料電池全体のインピーダンスは、適正な運転状態の場合と差は見られなかった。

【 0 0 3 9 】

以上のことから、ドライアップ状態と燃料ガス不足状態とは、時間に対する単電池 3 1 の出力電圧 V の挙動が酷似していて共にマイナス領域又はその近傍まで落ち込むことがあるが、ドライアップ状態では燃料電池全体のインピーダンスの異常上昇が見られるのに対して、燃料ガス不足状態ではそのような現象は見られない。一方、フラッディング状態と酸化ガス不足状態とは、いずれも単電池 3 1 の出力電圧 V はマイナス領域まで落ち込むことはないが、フラッディング状態では時間に対する単電池 3 1 の出力電圧 V のピークがシャープつまりピーク幅が狭いのに対して、酸化ガス不足状態ではピークがブロードつまりピーク幅が広い。したがって、これらの知見に基づけば、運転状態が適正でないときに、詳しくはどのような状態なのかを詳しく知ることができる

【 0 0 4 0 】

次に、こうして構成された燃料電池システム 2 0 の動作、特に燃料電池 3 0 の運転状態判定処理と、この判定処理に必要なデータを取得するデータ取得処理について説明する。図 7 は燃料電池システム 2 0 の電子制御ユニット 6 0 により実行されるデータ取得処理ルーチンの一例を示すフローチャートであり、図 8 は運転状態判定処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【 0 0 4 1 】

まず、データ取得処理ルーチンについて説明する。このルーチンは、燃料電池システム 2 0 が始動された直後からその運転が停止されるまで所定時間（例えば 1 s e c）毎に繰り返し実行される。このデータ取得処理ルーチンが実行されると、CPU 6 2 は、まず各単電池 3 1 の電圧計 4 0 から電圧 V を取得すると共に

インピーダンス検出器 4 8 から燃料電池全体のインピーダンス Z を取得し、取得した電圧 V 及びインピーダンス Z を現在の時刻と対応付けて R A M 6 6 に記憶する（ステップ S 1 0 0）。続いて、ステップ S 1 0 0 で取得した電圧 V が予め定めた不適正範囲に入るか否かを判定し（ステップ S 1 1 0）、電圧 V が不適正範囲に入らないときにはそのままこのルーチンを終了し、電圧 V が不適正範囲に入るときにはフラグ F に値 1 をセットし（ステップ S 1 2 0）、このルーチンを終了する。ここで、電圧の不適正範囲は、適正な運転状態のときには取り得ないが不適正な運転状態のときには取り得る低電圧範囲（例えば 0. 3 [V] 以下）であり、経験的なデータに基づいて設定されている。また、フラグ F は、運転状態が不適正な状態になったときに値 1 にセットされ、そのときの運転状態が後述する運転状態判定処理においてドライアップ状態、フラッディング状態、燃料ガス不足状態及び酸化ガス不足状態のいずれであるかが判定されたあと値 0 にリセットされるフラグである。

【 0 0 4 2 】

続いて、運転状態判定処理ルーチンについて説明する。このルーチンは、燃料電池システム 2 0 が始動された直後からその運転が停止されるまで所定時間（例えば 1 m i n）毎に繰り返し実行される。この運転状態判定処理ルーチンが実行されると、C P U 6 2 は、フラグ F につき値 0 から値 1 への立ち上がりエッジを検出したか否かを判定し（ステップ S 2 0 2）、立ち上がりエッジを検出したときには、図示しないタイマによる時間計測を開始し（ステップ S 2 0 4）、このルーチンを終了する。一方、立ち上がりエッジを検出しなかったときには、フラグ F の値を判定し（ステップ S 2 0 6）、フラグ F の値が 0 のときには、運転状態は適正であるためそのままこのルーチンを終了する。一方、フラグ F の値が 1 のときには、以前にフラグ F の立ち上がりエッジが検出され時間計測が開始されているため、その時間計測を開始してから所定の判定所要時間（例えば数分）が経過したか否かを判定し（ステップ S 2 0 8）、判定所要時間が経過していないときにはそのままこのルーチンを終了する。ここで、判定所要時間は、ドライアップ、フラッディング、燃料ガス不足及び酸化ガス不足のいずれの状態かを判定するうえで必要となる時間間隔であり、経験的なデータに基づいて定められている

。なお、判定所要時間が経過するまでの間、図 7 のデータ取得処理ルーチンが繰り返し実行されるため、電圧 V とインピーダンス Z とが時間に対応付けられて RAM 6 6 に蓄積される。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 0 8 で所定の判定所要時間が経過したときには、その判定所要時間内にデータ取得処理ルーチンで取得したデータつまり電圧 V 及びインピーダンス Z を読み出し（ステップ S 2 1 0）、読み出した複数のインピーダンス Z のうち予め定められた閾値 Z_{thr} を超えるものがあるか否かを判定する（ステップ S 2 1 2）。ここで、閾値 Z_{thr} は、予め強制的にドライアップ状態を作り出したときのインピーダンスよりも小さく他の運転状態でのインピーダンスよりも大きくなるように設定されている。そして、ステップ S 2 1 2 でインピーダンス Z が閾値 Z_{thr} を超えるものがあるときには、現在の運転状態がドライアップ状態であることを RAM 6 4 に記憶し（ステップ S 2 1 4）、フラグ F をリセットしたあと（ステップ S 2 2 6）、このルーチンを終了する。

【 0 0 4 4 】

一方、ステップ S 2 1 2 で複数のインピーダンス Z のうち閾値 Z_{thr} を超えるものがないときには、ステップ S 2 1 0 で読み出した複数の電圧 V のうち閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるか否かを判定する（ステップ S 2 1 6）。ここで、閾値 V_{thr} は、予め強制的に燃料ガス不足状態を作り出したときの電圧 V よりも大きく酸化ガス不足やフラッディング状態での電圧 V よりも小さくなるように設定されている。具体的には、閾値 V_{thr} は 0 [V] 以下の値、好ましくは -0.2 ~ 0 [V] の範囲内の値に設定され、本実施形態では -0.1 [V] に設定されている。そして、ステップ S 2 1 6 で複数の電圧 V のうち閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるときには、現在の運転状態が燃料ガス不足状態つまり水素不足状態であることを RAM 6 4 に記憶し（ステップ S 2 1 8）、フラグ F をリセットしたあと（ステップ S 2 2 6）、このルーチンを終了する。

【 0 0 4 5 】

一方、ステップ S 2 1 6 で複数の電圧 V のうち閾値 V_{thr} より落ち込むものがないときには、ステップ S 2 1 0 で読み出した各単電池 3 1 の時間に対する電

圧 V のピークがシャープかブロードかを判定する（ステップ $S 2 2 0$ ）。例えば、データ取得処理ルーチンにおいて今回取得した単電池 $3 1$ の電圧 V から前回取得した同じ単電池 $3 1$ の電圧 V を差し引くことにより差分 ΔV を求め、前回と今回との時間差 Δt で除すことにより $\Delta V / \Delta t$ を算出し、この $\Delta V / \Delta t$ が予め定められた負の値より小さくなってから予め定められた正の値より大きくなるまでの時間幅を算出しこれをピーク幅とみなしてもよい。このとき、負の値、正の値は経験的データに基づいて定めればよい。この $\Delta V / \Delta t$ は電圧 V の時間微分とみなすことができる。あるいは、電圧 V が予め定められた所定のピーク判定用電圧より小さくなってからこのピーク判定用電圧より大きくなるまでの時間幅を算出しこれをピーク幅とみなしてもよい。このときのピーク判定用電圧は経験的データに基づいて定めればよい。そして、ピーク幅が予め定められた所定幅より広ければブロード、狭ければシャープと判定してもよい。

【 0 0 4 6 】

そして、ステップ $S 2 2 0$ でピーク形状がシャープなときには、現在の運転状態がフラッディング状態であることを $R A M 6 4$ に記憶し（ステップ $S 2 2 2$ ）、一方、ピーク形状がブロードなときには、現在の運転状態が酸化ガス不足つまり空気不足状態であることを $R A M 6 4$ に記憶し（ステップ $S 2 2 4$ ）、ステップ $S 2 2 2$ 又はステップ $S 2 2 4$ のあとフラグ F をリセットし（ステップ $S 2 2 6$ ）、このルーチンを終了する。

【 0 0 4 7 】

運転状態判定処理ルーチンの終了後、 $C P U 6 2$ は、 $R A M 6 6$ に記憶した運転状態を図示しないディスプレイに出力したり図示しないプリンタで印刷したりしてもよい。あるいは、記憶した運転状態に基づいて燃料電池 $3 0$ の運転条件を変更してもよい。例えば、ドライアップ状態のときには、燃料ガス加湿器 $2 3$ や酸化ガス加湿器 $2 5$ の加湿量を増やしたり冷却装置 $5 0$ の冷却水用ポンプ $5 4$ の吐出量を多くして燃料電池全体の温度を低くしてもよく、フラッディング状態のときには、燃料ガス加湿器 $2 3$ や酸化ガス加湿器 $2 5$ の加湿量を減らしたり冷却装置 $5 0$ の冷却水用ポンプ $5 4$ の吐出量を少なくして燃料電池全体の温度を高くしたり圧力調節バルブ $2 7$ 、 $2 8$ を操作してガス圧を一旦高くしたあと抜くよう

にしてもよい。また、燃料ガス不足のときには、燃料ガス供給装置 2 2 を操作して燃料ガス供給量を増やしてもよく、酸化ガス不足のときには、酸化ガス供給装置 2 4 を操作して酸化ガス供給量を増やしてもよい。なお、これらの操作に代えて又はこれらに加えて負荷電流を下げてよい。

【 0 0 4 8 】

以上詳述した燃料電池システム 2 0 によれば、燃料電池全体のインピーダンス Z を測定すると共に各単電池 3 1 の電圧 V を測定し、そのインピーダンス Z 及び電圧 V に基づいて運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定する。このため、インピーダンス Z だけに基いて運転状態を判定する場合や電圧 V だけに基いて運転状態を判定する場合に比べて、燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。

【 0 0 4 9 】

また、いずれかの単電池 3 1 の電圧 V が不適正電圧範囲に入ると判定されてから所定の判定所要時間が経過するまでの期間に測定されたインピーダンス Z 及び電圧 V に基づいて、運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態、フラッディング状態及びドライアップ状態のいずれであるかを判定するため、時間に伴う電圧の変化を考慮して適切に運転状態を判定することができる。

【 0 0 5 0 】

更に、燃料電池全体のインピーダンス Z が閾値 Z_{thr} を超えるときにドライアップ状態であると判定するため、電圧 V だけで区別するのが難しいドライアップ状態と燃料ガス不足状態とを適切に区別することができるし、燃料電池全体のインピーダンス Z が閾値 Z_{thr} を超えず適正だったときには電圧 V に基づいて運転状態が燃料ガス不足状態、酸化ガス不足状態及びフラッディング状態のいずれであるかを適切に判定することができる。具体的には、電圧 V が閾値 V_{thr} よりも落ち込むときには燃料ガス不足状態、そうでないときには時間に対する電圧 V のピークの形状をみてシャープなときにはフラッディング状態、ブロードなときには酸化ガス不足状態と適切に判定することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、上述した実施形態は、ステップ S 1 1 0 で電圧 V が予め定めた不適正範

囲に入るか否かを判定する際に、電圧 V が予め定めた第 1 の所定電圧（例えば 0.3 [V]）以下か否かを判定し、肯定判定された場合にはその後ステップ S 2 1 6 で複数の電圧 V のうち第 2 の所定電圧である閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるか否かを判定し、肯定判定されたときには燃料ガス不足状態の可能性があり、否定判定されたときには酸化ガス不足状態の可能性があると判定していると見ることもできる。

【 0 0 5 2 】

なお、本発明は上述した実施形態に何等限定されるものではなく、本発明の技術的範囲に属する限り、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【 0 0 5 3 】

例えば、上述した実施形態の運転状態判定処理ルーチンでは、インピーダンス Z と閾値 Z_{thr} との比較（ステップ S 2 1 2）を行ったあと電圧 V と閾値 V_{thr} との比較（ステップ S 2 1 6）を行ったが、逆に電圧 V と閾値 V_{thr} との比較を行ったあとインピーダンス Z と閾値 Z_{thr} との比較を行ってもよい。具体的には、図 9 に示すように、ステップ S 2 0 2 ～ステップ S 2 1 0 の処理を行ったあと、読み出した複数の電圧 V のうち閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるか否かを判定し（ステップ S 2 5 2）、閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるときには、続いて読み出した複数のインピーダンス Z のうち予め定められた閾値 Z_{thr} を超えるものがあるか否かを判定し（ステップ S 2 5 4）、閾値 Z_{thr} を超えるものがあるときには、現在の運転状態がドライアップ状態であることを RAM 6 4 に記憶し（ステップ S 2 5 6）、フラグ F をリセットしたあと（ステップ S 2 2 6）、このルーチンを終了する。一方、複数のインピーダンス Z のうち閾値 Z_{thr} を超えるものがないときには、現在の運転状態が燃料ガス不足状態であることを RAM 6 4 に記憶し（ステップ S 2 5 8）、フラグ F をリセットしたあと（ステップ S 2 2 6）、このルーチンを終了する。また、ステップ S 2 5 2 で電圧 V のうち閾値 V_{thr} より落ち込むものがないときには、前出のステップ S 2 2 0 以下の処理を行う。この図 9 の運転状態判定処理ルーチンを実行した場合も、上述した実施形態と同様の効果が得られる。この図 9 のルーチンは、電圧 V が不適正電圧範囲に入り且つ閾値 V_{thr} より落ち込むときには運転状態

が燃料ガス不足状態又はドライアップ状態であると判定し、電圧 V が不適正電圧範囲に入り且つ閾値 V_{thr} を上回るときには運転状態が酸化ガス不足状態又はフラッディング状態であると判定しているとも見ることできる。

【0054】

また、上述した実施形態では、各単電池 31 の電圧 V を測定し各電圧 V と閾値 V_{thr} とを比較したが、複数積層された単電池 31 の中から選ばれた 1 以上の単電池 31 の電圧を測定しその電圧と閾値とを比較してもよいし、幾つかの単電池 31 をまとめた単電池モジュールの電圧を測定しその電圧と閾値とを比較してもよいし、燃料電池全体の電圧を測定しその電圧と閾値とを比較してもよい。

【0055】

更に、上述した実施形態では、燃料電池全体のインピーダンス Z を測定しそのインピーダンス Z と閾値 Z_{thr} とを比較したが、各単電池 31 のインピーダンスを測定しそのインピーダンスと閾値とを比較してもよいし、複数積層された単電池 31 の中から選ばれた 1 以上の単電池 31 のインピーダンスを測定しそのインピーダンスと閾値とを比較してもよいし、幾つかの単電池 31 をまとめた単電池モジュールのインピーダンスを測定しそのインピーダンスと閾値とを比較してもよい。

【0056】

更にまた、上述した燃料電池システム 20 は、燃料電池車に適用してもよいし、コジェネレーションシステムに適用してもよいし、その他どのような用途に適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 燃料電池システム 20 の構成の概略を示す構成図である。

【図 2】 燃料電池 30 を構成する単電池 31 の断面図である。

【図 3】 ドライアップ状態での時間に対する電圧 V のグラフである。

【図 4】 フラッディング状態での時間に対する電圧 V のグラフである。

【図 5】 燃料ガス不足状態での時間に対する電圧 V のグラフである。

【図 6】 酸化ガス不足状態での時間に対する電圧 V のグラフである。

【図 7】 データ取得処理ルーチンのフローチャートである。

【図 8】 運転状態判定処理ルーチンのフローチャートである。

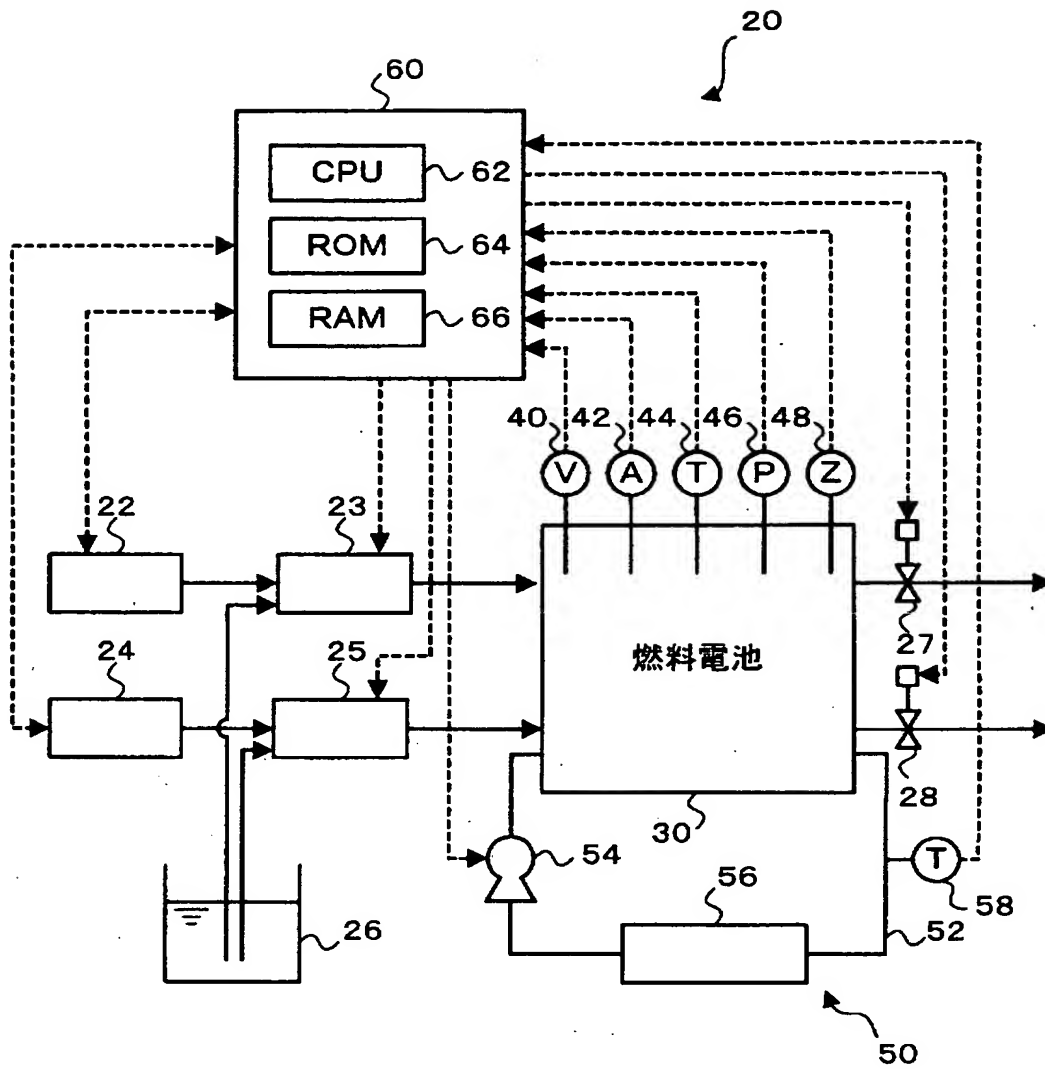
【図 9】 他の運転状態判定処理ルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

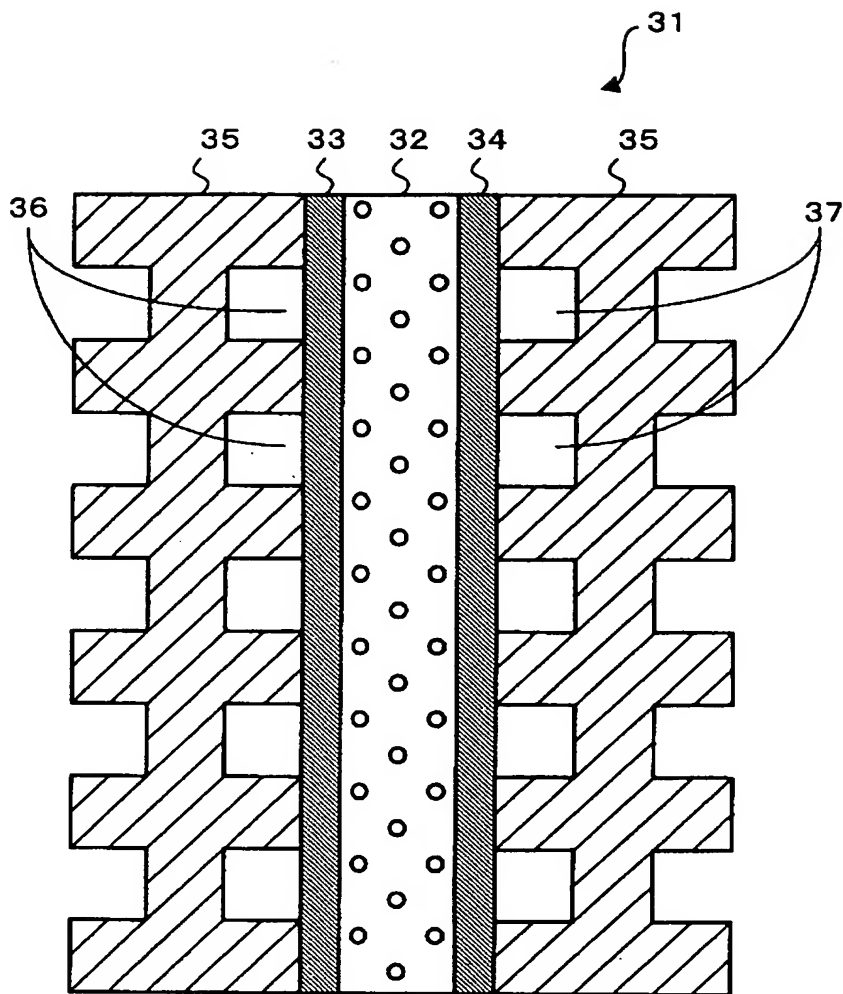
2 0 燃料電池システム、2 2 燃料ガス供給装置、2 3 燃料ガス加湿器、2 4 酸化ガス供給装置、2 5 酸化ガス加湿器、2 6 水タンク、2 7, 2 8 圧力調節バルブ、3 0 燃料電池、3 1 単電池、3 2 電解質膜、3 3 アノード、3 4 カソード、3 5 セパレータ、3 6, 3 7 流路、4 0 電圧計、4 2 電流計、4 4 燃料電池温度センサ、4 6 圧力センサ、4 8 インピーダンス検出器、5 0 冷却装置、5 2 冷却水管路、5 4 冷却水用ポンプ、5 6 熱交換器、5 8 冷却水温度センサ、6 0 電子制御ユニット、6 2 CPU、6 4 ROM、6 6 RAM。

【書類名】 図面

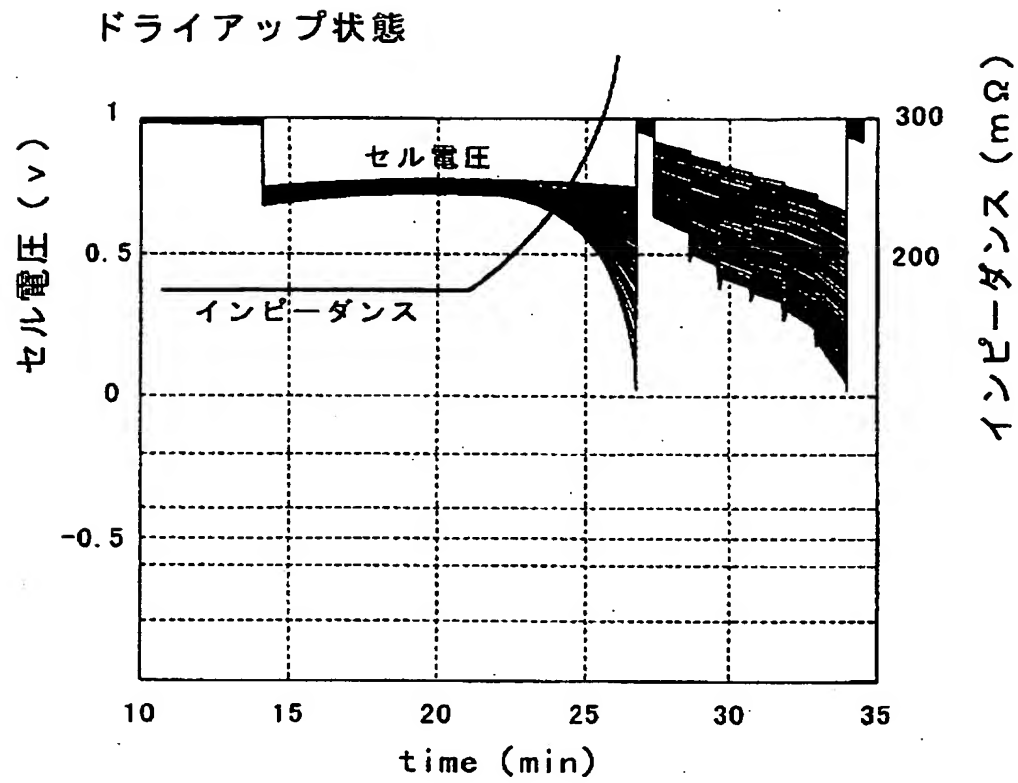
【図 1】



【図 2】

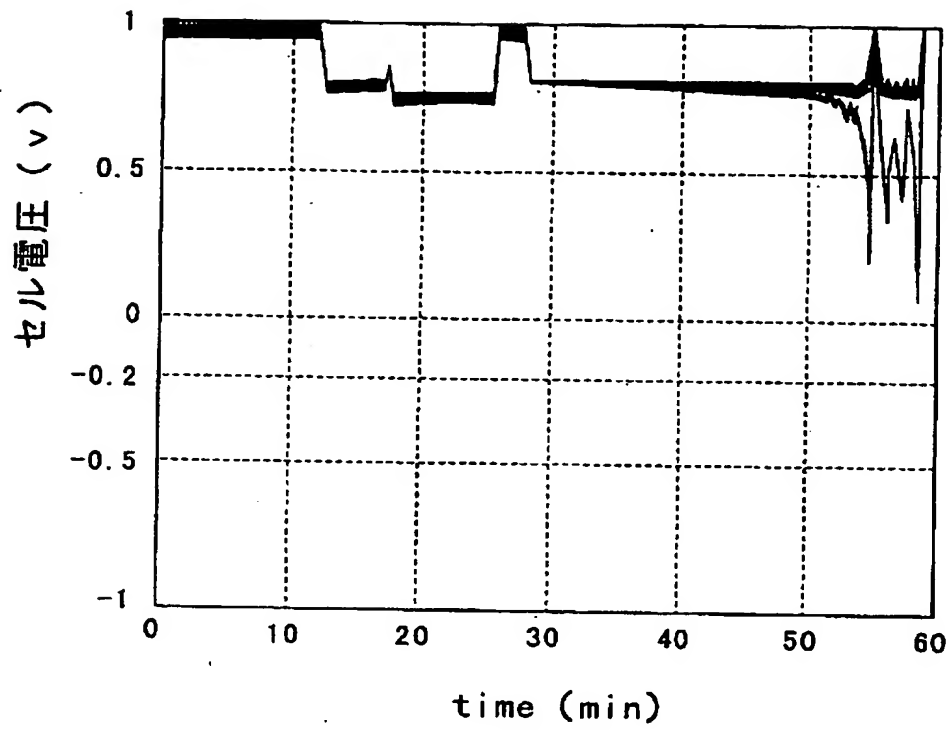


【図3】



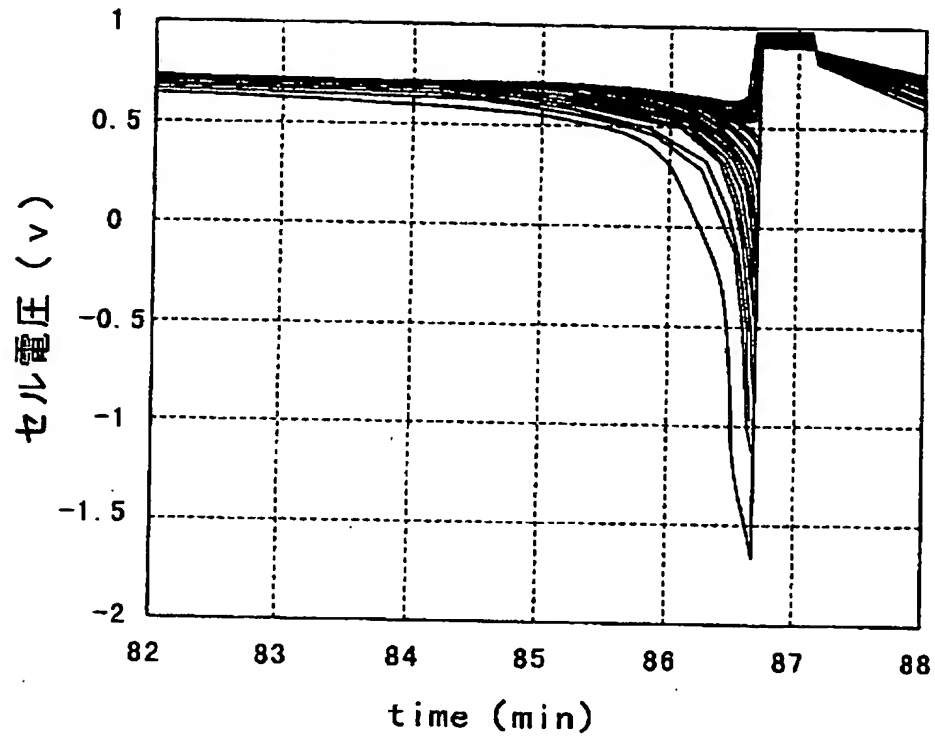
【図4】

フラッシング状態



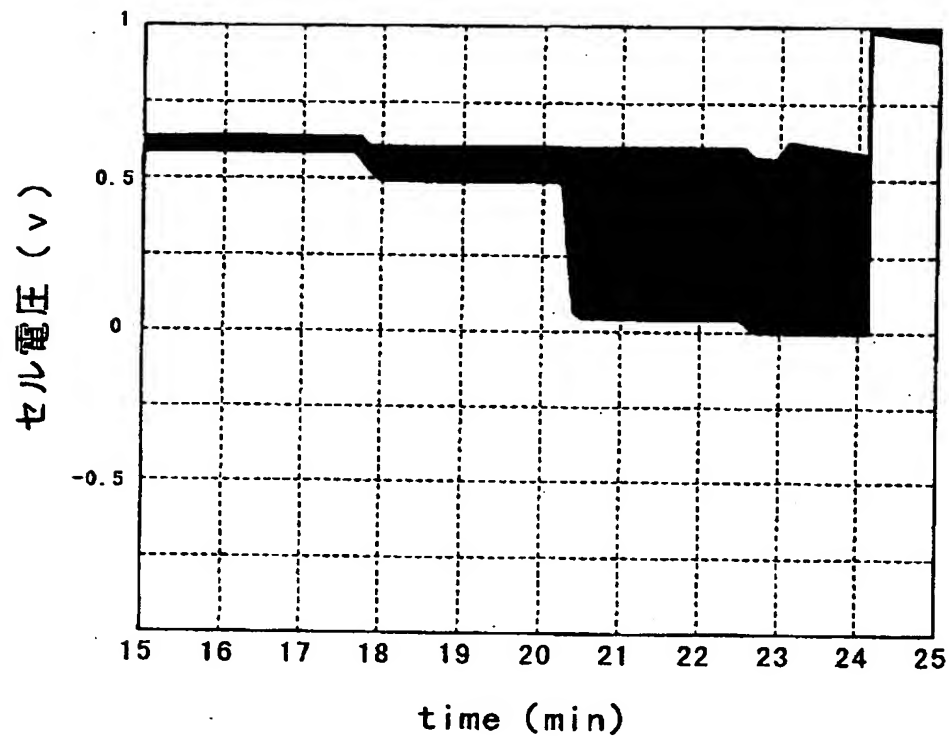
【図 5】

燃料ガス不足状態

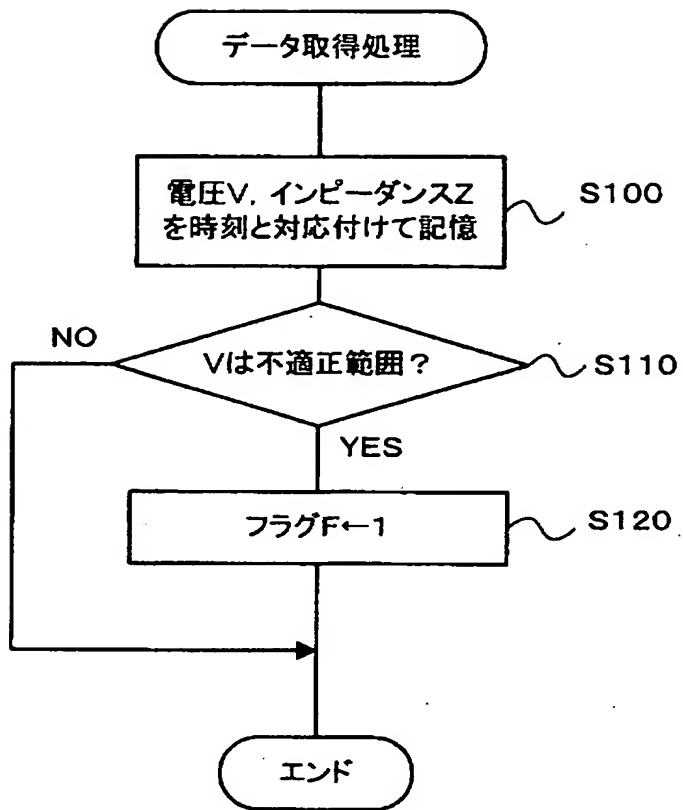


【図6】

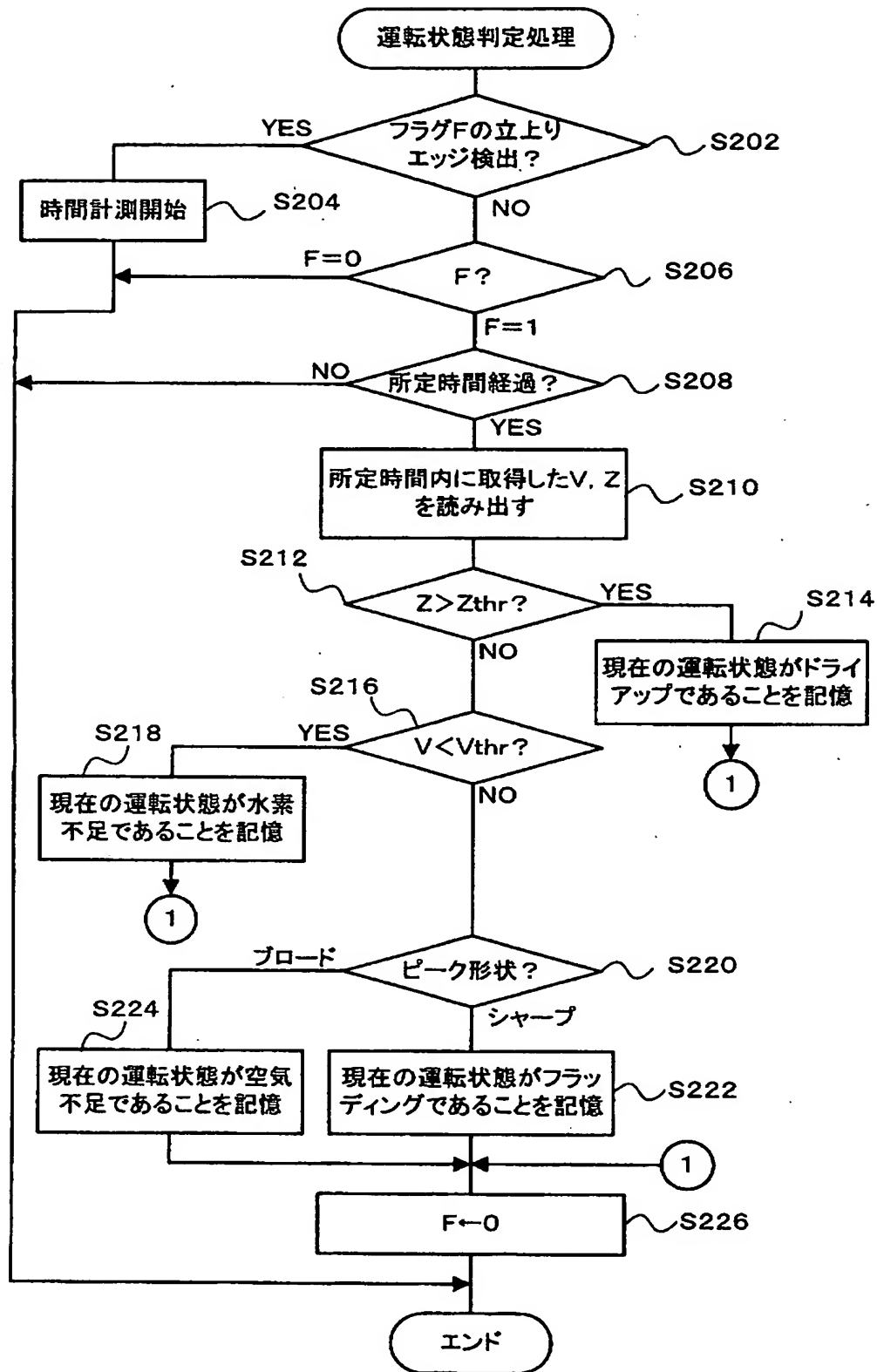
酸化ガス不足状態



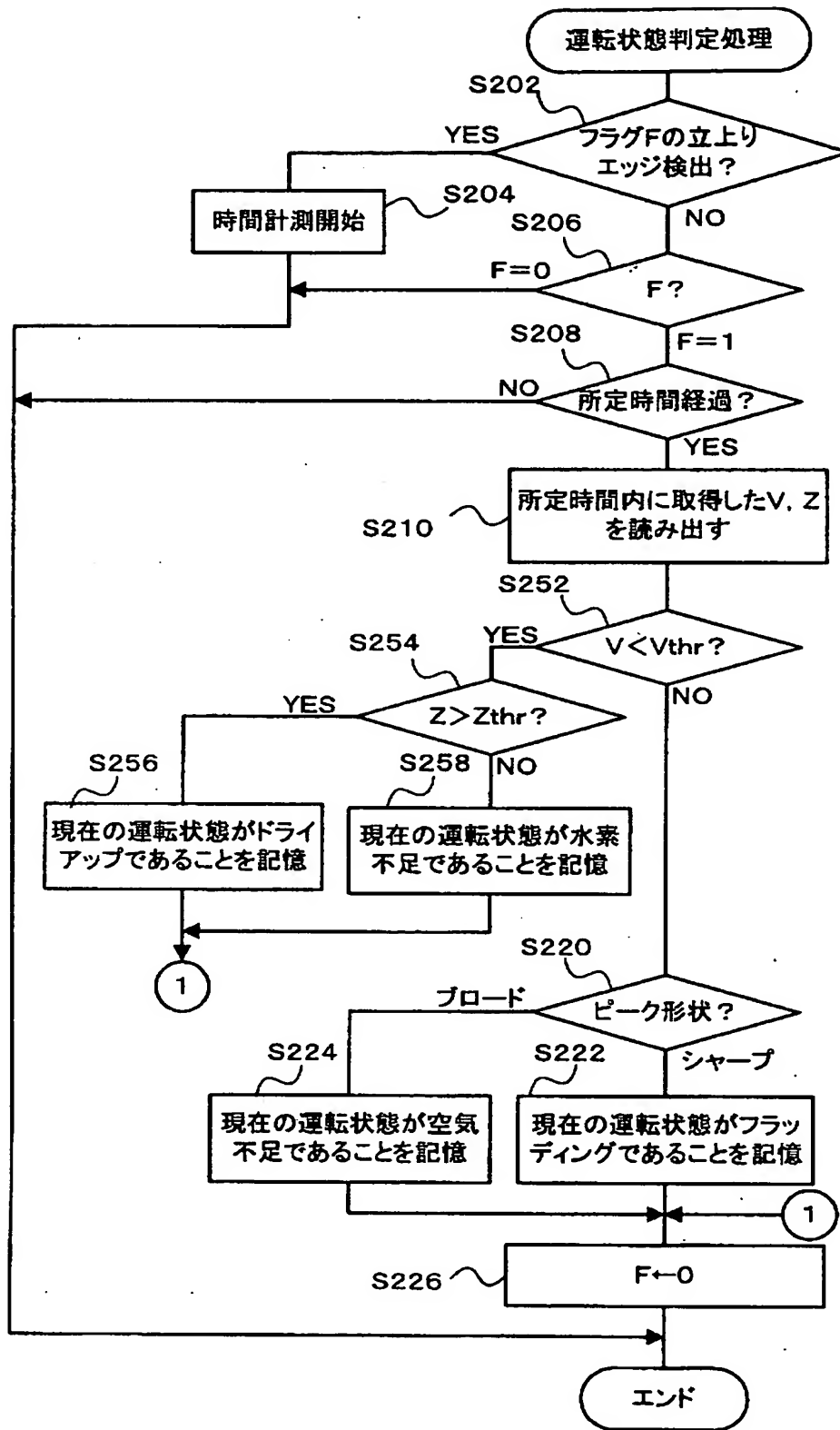
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池の運転状態を詳しく知ることができる。

【解決手段】 所定の判定所要時間内に取得した電圧 V 及びインピーダンス Z を読み出し（S 2 1 0）、読み出した Z のうち閾値 Z_{thr} を超えるものがあるときには、現在の運転状態がドライアップ状態であると判定し（S 2 1 4）、閾値 Z_{thr} を超えるものがないときには、読み出した V のうち閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるか否かを判定する（S 2 1 6）。閾値 V_{thr} より落ち込むものがあるときには、現在の運転状態が燃料ガス不足状態であると判定し（S 2 1 8）、閾値 V_{thr} より落ち込むものがないときには、時間に対する電圧 V のピークがシャープかブロードかを判定する（S 2 2 0）。そして、ピーク形状がシャープなときには、フラッディング状態であると判定し（S 2 2 2）、ピーク形状がブロードなときには、酸化ガス不足であると判定する（S 2 2 4）。

【選択図】 図 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名 トヨタ自動車株式会社